

¹ Федеральное государственное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской Академии наук,

Россия, 119071, г. Москва, пр. Ленинский, 33, e-mail: boris@sevin.ru

² ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,

Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, e-mail: ikryshchuk@yandex.by

³ Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина,

Беларусь, 247760, г. Мозырь, ул. Студенческая, e-mail: a-posteriori@yandex.ru

⁴ Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,

Украина, 01601, г. Киев, ул. Владимирская, 60, e-mail: demjula@gmail.com

ФАКТОРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ *SOREX ARANEUS* (MAMMALIA) В МЕЖДУРЕЧЬЕ ДНЕПРА И ПРИПЯТИ (БЕЛАРУСЬ)

Среди хромосомно-полиморфных видов мелких млекопитающих обыкновенная бурозубка, *Sorex araneus* L., занимает особое место. На ареале вида, от Байкала до Британских островов, известно более 70 хромосомных рас, которые различаются по хромосомным мутациям, Робертсоновским (Rb) транслокациям хромосом, и занимают определенные территории [1, 2].

Исходным для вида считается кариотип, целиком состоящий из акроцентрических хромосом, который изменялся в ходе робертсоновских соединений, приводящих к формированию метацентрических кариотипов современных рас (Wojcik, Searle, 1998). Акроцентрический кариотип был выявлен только в эндемичных популяциях горных изолятов Балкан (хромосомная раса Pelister) и Альп (раса Cordon) [2].

На территории Беларуси в области междуречья Днепра и Припяти у рас Западная Двина, Киев и Віаіовіеіа выявлено клинальное снижение частоты диагностических метацентриков. На южной границе ареала расы Западная Двина и на восточной границе расы Віаіовіеіа

встречались кариотипы с 10 парами акроцентриков [3, 4], которых не было обнаружено в полиморфных популяциях на территории Западной Европы [5, 6]. Мы предположили, что на формирование полиморфных кариотипов оказали влияние автохтонные популяции с акроцентрическими диагностическими хромосомами, распространенные на этой территории в прошлом [3, 4].

Материалы и методы

Изучены кариотипы 133 особей обыкновенной бурозубки, отловленных в июле-августе 2013 г. в 15 пунктах междуречья Днепра и Припяти. Хромосомные препараты приготовлены по стандартной методике из клеток костного мозга и селезенки. Идентификация хромосом проведена по рисунку G-окраски (обработка препаратов трипсином и 2 x SSC) согласно общепринятой номенклатуре хромосом *S. araneus* [7].

Результаты и обсуждение

Все изученные популяции *S. araneus* в междуречье Днепра и Припяти оказались полиморфны по числу метацентриков ($2NA = 25-28$). В популяциях из двух южных пунктов

(д. Скрыгалов и окр. г. Ельска) на правом берегу реки Припять были выявлены диагностические метацентрики хромосомной расы Киев: *gm*, *hi* и *ko*. В пунктах севернее – д. Паричи, окр. г.г. Жлобин, Светлогорск и Речица – распространены два диагностических Rb соединения, *hi* и *ko*. В двух северных популяциях (окр. г. Жлобина), кроме кариотипов с метацентриками *hi* и *ko*, встречались и кариотипы с 10 парами диагностических акроцентриков.

В популяциях вдоль рек Птичь и Припять (д.д. Рожанов, Хвоенск, Борки и окр. г. Туров) распространены диагностические метацентрики *h/n* и *ik* расы *Viaiowieia*. Двух других диагностических метацентриков расы *Viaiowieia*, *gr* и *mp*, в этих популяциях не наблюдалось, а частота метацентриков *hn* и *ik* оказалась несколько ниже, чем в ранее изученной популяции этой расы на правобережье р. Птичь.

В трех выборках с востока и юго-востока изученной области (окр. г.г. Гомеля и Добруша, д. Красное) зарегистрированы метацентрики *hi*, *kr* и *mn*, диагностические для хромосомной расы Нерусса. Двух других метацентриков этой расы, *go* и *pq*, не было обнаружено.

Однонаправленные хромосомные клины метацентриков в популяциях хромосомных рас Нерусса, Киев, *Viaiowieia*, а также высокая частота акроцентриков в популяциях между-речья Днепра и Припяти свидетельствуют о прошедших процессах гибридизации метацентрических рас Нерусса, Киев, *Viaiowieia* и существовавшей на этой территории в прошлом автохтонной акроцентрической расы [3]. В результате, на этой территории образовались популяции *S. araneus*, характеризующиеся определенным набором диагностических метацентриков и акроцентриков, отличающиеся от исходных рас отсутствием одного из диагностических метацентриков. Популяции, отличающиеся от соседних популяций наличием или отсутствием какой-либо Робертсоновской транслокации, рассматривают как отдельные хромосомные расы [1].

Действительно, только популяции *S. araneus* из двух пунктов на юге изученной территории, на правобережье реки Припять (окр. д. Скрыгалов и г. Ельска), могут быть отнесены к хромосомной расе Киев с диагностическими метацентриками (*g/m*, *hi*, *k/o*). Основная часть ареала этой расы находится на территории Украины [8]. Полиморфные популяции обыкновенной буроzubки, населяющие территорию

междуречья Днепра и Припяти (4 пунктов – всего 50 особей), в которых отсутствует диагностический для расы Киев метацентрик *gm*, мы предлагаем обозначать как новую расу – Светлогорск (*Sv*), кариотип которой: XX/XY1Y2, *af*, *bc*, *g*, *h/i*, *jl*, *k/o*, *m*, *n*, *p*, *q*, *r*, *tu*.

Подобная клинальная изменчивость (с запада на восток) прослеживается и в популяциях расы *Viaiowieia* от территории Польши до бассейна реки Птичь в Беларуси [4, 9]. Отсутствие в популяциях *S. araneus*, распространенных вдоль р. Птичь, нет присущих расе *Viaiowieia* метацентриков *gr* и *mp* позволяет нам выделить эти популяции (из 6 пунктов: Октябрьский, Рожанов, Затишье, Татарка, Хвоенск, Борки; всего 68 особей) в новую расу, Октябрьский с кариотипом: XX/X Y1Y2, *af*, *bc*, *jl*, *g*, *h/n*, *i/k*, *m*, *o*, *p*, *q*, *r*, *tu*.

Раса Нерусса мономорфна на протяжении почти всего своего ареала, и лишь в Брянской обл. (Россия, вблизи границы с Беларусью), обнаружен полиморфизм по соединениям *go*, *kr* и *pq* [10, 11]. Отсутствие диагностического метацентрика *go* в 3 популяциях Гомельской обл. (всего 25 особей), удаленных друг от друга на 50 км, позволяет определить эти популяции как новую хромосомную расу, Гомель. Кариотип расы Гомель (Gomel' - Gm): XX/XY1Y2, *af*, *bc*, *g*, *jl*, *h/i*, *k/r*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *tu*.

По-видимому, в междуречье Днепра и Припяти в прошлом обитала автохтонная акроцентрическая раса [3], которая оказала влияние на формирование полиморфизма рас Западной Двина, Нерусса, Киев и *Viaiowieia*, проникших в этот регион в послеледниковые с других территорий. Судя по современному распространению диагностических метацентриков, проникновение хромосомных рас, различающихся 2–4 метацентриками монобразильной гомологии, на территорию Днепра и Припяти происходило с разных сторон: раса Западной Двина (*gm*, *hk*, *ip*, *no*, *qr*) с севера [3], раса *Viaiowieia* (*g/r*, *hn*, *ik*, *m/p*) – с запада [4], раса Киев (*g/m*, *hi*, *k/o*) – с юга, а раса Нерусса (*go*, *hi*, *kr*, *mn*, *pq*) – с востока.

Изменчивость частот разных метацентриков, являющихся диагностическими для хромосомной расы, неодинакова: метацентрики *hi* и *ko* расы Киев формируют более широкие клины, по сравнению с метацентриком *gm*, клина частоты метацентрика *hk* расы Западной Двина – шире, чем клины частоты *gm*, *no* и *qr* [3], а клина метацентриков *hn* и *ik* расы *Viaiowieia* – шире, чем клина метацентриков *gr* и *mp* [4]. Одной из вероятных причин неодина-

кового распространения и фиксации Робертсоновских транслокаций могут быть селективные преимущества генных комплексов, сцепленных с акроцентрическим или метацентрическим вариантом определенных хромосом [2, 9]. Следовательно, на формирование клинальной изменчивости частот метацентриков могут влиять и экологические факторы.

Выводы

Формирование клинальной изменчивости частот метацентрических хромосом *S. araneus* в междуречье Днепра и Припяти обусловлено взаимодействием существующей в прошлом на

данной территории автохтонной акроцентрической расы и метацентрических рас, расселяющихся в этот регион из рефугиумов в связи с изменением климата в послеледниковье. Распространение метацентриков по ареалу популяций с акроцентрическим кариотипом привело к исчезновению акроцентрической расы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 12-04-00551) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», подпрограмма «Динамика и сохранение генофондов».

Литература

1. Hausser J., Fedyk S., Fredga K., Searl J.B., Volobouev V., Wyjck J.M., Zima J. Definition and nomenclature of the chromosome races of *Sorex araneus* // *Folia Zool.* – 1994. – 43, Suppl. 1. – P. 1–9.
2. Wyjck J.M., Ratkiewicz M., Searle J.B. Evolution of the common shrew *Sorex araneus*: chromosomal and molecular aspects // *Acta Theriol.* – 2002. – 47, N 1. – P. 139–167.
3. Borisov Yu.M., Cherepanova E.V., Orlov V.N. A wide hybrid zone of chromosome races of the common shrew, *Sorex araneus* Linnaeus, 1758 (Mammalia), between the Dnieper and Berezina Rivers (Belarus) // *Compar. Cytogenet.* – 2010. – 3, N 2. – P. 195–201.
4. Borisov Yu.M., Kryshchuk I.A., Cherepanova E.V., Gajduchenko H.S., Orlov V.N. Chromosomal polymorphism of populations of the common shrew, *Sorex araneus* L., in Belarus // *Acta Theriol.* – 2014. – 59, N 2. – P. 243–249.
5. Вьгннер Н., Турни Н., Каписчке Н.Д., Струббе М., Vogel P. New *Sorex araneus* karyotypes from Germany and the postglacial recolonization of Central Europe // *Acta Theriol.* – 2002. – 47, N 3. – P. 277–293.
6. Zima J., Slivkov L., Tombovk L. New data on karyotypic variation in the common shrew, *Sorex araneus*, from the Czech Republic: an extension of the range of the Laska race // *Mammalia.* – 2003. – 68, N 2. – P. 209–215.
7. Searle J.B., Fedyk S., Fredga K., Hausser J., Volobouev V.T. Nomenclature for the chromosomes of the common shrew (*Sorex araneus*) // *Мѣм. Soc. Vaud. Sci. Nat.* – 1991. – 19. – P. 13–22.
8. Mishta A.V., Searle J.B., Wyjck J.M. Karyotypic variation of the common shrew *Sorex araneus* in Belarus, Estonia, Latvia, Lithuania and Ukraine // *Acta Theriol.* – 2000. – 45, N 1. – P. 47–58.
9. Wyjck J.M., Wyjck A.M., Zalewska H. Chromosome and allozyme variation of the common shrew, *Sorex araneus*, in different habitats // *Proc of the ISAACC's 5th Intern Meeting. Hereditas.* – 1996. – Offprint V. 125. – P. 183–189.
10. Bulatova N.Sh., Searle J.B., Bystrakova N., Nadjafova R., Shchipanov N., Orlov V. The diversity of chromosome races in *Sorex araneus* from European Russia // *Acta Theriol.* – 2000. – 45, N 1. – P. 33–46.
11. Bystrakova N., Bulatova N., Kovalskaya Y., et al. Geographical limits of chromosome races of common shrew *Sorex araneus* L. in the Middle Volga (east European Russia) // *Mammalia.* – 2003. – 67, N 2. – P. 187–193.

KRYSHCHUK I.A.², CHEREPANOVA E.V.¹, GAJDUCHENKO H.S.³, ZADYRA S.V.⁴, LEVENKOVA E.S.¹, DEMURA YU.K.⁴, BORISOV YU.M.¹

¹ *A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Russia, 119071, Moscow, Leninsky Pr., 33, e-mail: boris@sevin.ru*

² *Scientific-Practical Center of Belarus National Academy of Sciences on Bioresources, Belarus, 220072, Minsk, Akademicheskaya str., 27, e-mail: ikryshchuk@yandex.by*

³ *I.P. Shamyakin Mozyr State University, Belarus, 247760, Mozyr, Studentcheskaya str., e-mail: a-posteriori@yandex.ru*

⁴ *Taras Shevtchenko Kiev National University, Ukraine, 01601, Vladimirskaya str., 60, e-mail: demjula@gmail.com*

DIFFERENTIATION OF *SOREX ARANEUS* POPULATIONS IN TERRITORY BETWEEN RIVERS DNEIPEL AND PRIPYAT (BELARUS)

Aims. To clarify the origin of unusual polymorphism in metacentric and acrocentric number revealed in *Sorex araneus* populations between the Dnieper and Pripyat rivers we carried out the study of the distribution of diagnostic metacentrics. **Methods.** Cytogenetic analysis. **Results.** Frequencies of diagnostic metacentrics of three races, Kiev, Biaiovia and Neroosa, in studied populations revealed a clinal

variability. Karyotyped derivative of these race were observed in polymorphic populations, such populations were defined as new races. **Conclusions.** Climatic changes in postglacial period caused the migration of the metacentric races thus leading to the spread of metacentrics across the area of the acrocentric race.

Key words: *Sorex araneus*, chromosomal polymorphism.